



Efectividad diagnóstica del trazado cefalométrico manual y digital en radiografías laterales de cráneo. Revisión de la Literatura

Diagnostic effectiveness of manual and digital cephalometric tracing on lateral skull radiographs. Literature review

Efetividade diagnóstica do traçado cefalométrico manual e digital em radiografias laterais do crânio. Revisão da literatura

Mayra María Tene-Guailas ^I
mayra.tene@psg.ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-6309-1099>

Carlos Martínez-Torres ^{II}
carlos.martinez.10@ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-4656-8780>

Correspondencia: mayra.tene@psg.ucacue.edu.ec

Ciencias de la Salud
Artículo de Revisión

***Recibido:** 25 de marzo de 2022 ***Aceptado:** 10 de abril 2022 * **Publicado:** 20 abril de 2022

- I. Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- II. Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

Resumen

Introducción: El análisis cefalométrico ha sido considerado como una herramienta esencialmente útil para los ortodoncistas y cirujanos maxilofaciales su objetivo es evaluar las proporciones dentofaciales, esclarecer la base anatómica de una maloclusión y analizar los cambios relacionados con el crecimiento; además, es fundamentalmente un método de apoyo diagnóstico para orientar el tratamiento. **Objetivo:** establecer la efectividad diagnóstica entre el trazado cefalométrico manual y el digital en las radiografías laterales de cráneo reportado en la literatura científica. **Métodos:** Investigación de tipo descriptiva, secundaria con diseño prospectivo. Las bases de datos electrónicas consultadas en idioma inglés fueron PUBMED/MEDLINE, Elsevier, Web of Science, y Google Scholar, para idioma español se utilizaron BIREME, REDALYC, Imbiomed SciELO.org y Google académico, la búsqueda de la información se realizó en artículos publicados desde el año 2016 al 2022. Se incluyeron artículos con todo tipo de diseños. La revisión abarcó aspectos referidos a las ventajas y desventajas de los trazados manuales y digitales de las cefalometrías y la validez y confiabilidad diagnóstica del trazado manual y digital reportadas en la literatura científica. **Resultados:** Se incluyeron un total de 14 artículos en la revisión los cuales no reportaron diferencias significativas entre el trazado manual y el digital en cuanto a su validez y confiabilidad como método diagnóstico en ortodoncia. **Conclusiones:** Ambos métodos son efectivos, válidos y confiables para establecer el diagnóstico y orientar al ortodoncista en el tratamiento indicado. **Palabras clave:** Cefalometría; confiabilidad; validez; método digital; método manual.

Abstract

Introduction: Cephalometric analysis has been considered an essentially useful tool for orthodontists and maxillofacial surgeons whose objective is to evaluate the dentofacial proportions, clarify the anatomical basis of a malocclusion and analyze the changes related to growth; in addition, it is fundamentally a method of diagnostic support to guide treatment. **Objective:** to establish the diagnostic effectiveness between manual and digital cephalometric tracing in lateral skull radiographs reported in the scientific literature. **Methods:** Descriptive, secondary research with prospective design. The electronic databases consulted in The English language were PUBMED/MEDLINE, Elsevier, Web of Science, and Google Scholar, for Spanish language BIREME, REDALYC, Imbiomed SciELO.org and Google scholar were used, the search for information was carried out in articles published from 2016 to 2022. Articles with all types of

designs were included. The review covered aspects related to the advantages and disadvantages of manual and digital traces of cephalometries and the validity and diagnostic reliability of manual and digital tracing reported in the scientific literature. **Results:** A total of 14 articles were included in the review which did not report significant differences between manual and digital tracing in terms of their validity and reliability as a diagnostic method in orthodontics. **Conclusions:** Both methods are effective, valid and reliable to establish the diagnosis and guide the orthodontist in the indicated treatment.

Keywords: Cephalometry; reliability; validity; digital method; manual method

Resumo

Introdução: A análise cefalométrica tem sido considerada como uma ferramenta essencialmente útil para ortodontistas e cirurgiões bucomaxilofaciais. O seu objectivo é avaliar as proporções dentofaciais, clarificar a base anatómica de uma má oclusão e analisar as alterações relacionadas com o crescimento; além disso, é principalmente um método de apoio ao diagnóstico para orientar o tratamento. **Objectivo:** Estabelecer a eficácia diagnóstica do rastreio cefalométrico manual e digital nas radiografias cefalométricas laterais do crânio relatadas na literatura científica. **Métodos:** Investigação descritiva, secundária com um desenho prospectivo. As bases de dados electrónicas consultadas em inglês foram PUBMED/MEDLINE, Elsevier, Web of Science, e Google Scholar, para a BIREME espanhola, REDALYC, Imbiomed SciELO.org e Google Scholar, a pesquisa de informação foi realizada em artigos publicados de 2016 a 2022. artigos com todos os tipos de desenhos foram incluídos. A revisão abrangeu aspectos relacionados com as vantagens e desvantagens dos traçados cefalométricos manuais e digitais e a validade e fiabilidade diagnóstica dos traçados manuais e digitais relatados na literatura científica. **Resultados:** Um total de 14 artigos foram incluídos na revisão que não relatou diferenças significativas entre o rastreio manual e digital em termos da sua validade e fiabilidade como método de diagnóstico em Ortodontia. **Conclusões:** Ambos os métodos são eficazes, válidos e fiáveis para estabelecer o diagnóstico e orientar o ortodontista no tratamento indicado.

Palavras-chave: Cefalometria; fiabilidade; validade; método digital; método manual.

Introducción

El análisis cefalométrico ha sido considerado como una herramienta esencialmente útil para los ortodoncistas y cirujanos maxilofaciales respecto al estudio de las maloclusiones dentales y las discrepancias esqueléticas subyacentes (Hlongwa P, 2019) su objetivo es evaluar las proporciones dentofaciales, esclarecer la base anatómica de una maloclusión y analizar los cambios relacionados con el crecimiento; es fundamentalmente un método de apoyo diagnóstico para orientar el tratamiento. (Livas et al., 2019)

La planificación quirúrgica basada en radiografías cefalométricas laterales de cráneo preoperatorias, son elementos importantes para el éxito de los tratamientos, por lo que continúan siendo una herramienta de elección preferencial (Arslan et al., 2018) ya que sus aplicaciones incluyen el diagnóstico de casos, la planificación del tratamiento, la predicción del crecimiento y la evaluación de los resultados del mismo. (Hlongwa P, 2019)

Los trazados cefalométricos se pueden efectuar y analizar de forma manual o utilizando un sistema de análisis cefalométrico digital, estos últimos tienen múltiples ventajas como reducción de las dosis de radiación, mejor y mayor almacenamiento de datos e imágenes que pueden manipularse fácilmente, (Aksakalli et al., 2017) mediciones más rápidas, planes de tratamiento fáciles de determinar, eliminación de los peligros químicos y ambientales asociados, (de Alba-Cruz & Aguilar-Hernández, 2020) además, la superposición de radiografías en serie se puede realizar más rápido y también permite al usuario obtener varios análisis a la vez. (De Alba-Cruz & Aguilar-Hernández, 2020)

Es esencial que sea fiable, seguro, preciso y que tenga alto índice de reproductibilidad; (Aksakalli et al., 2017) sin embargo, su uso generalizado se ha visto restringido por factores de costo ya que pueden existir restricciones financieras para la adquisición de los diversos softwares creados para las aplicaciones diagnósticas digitales, que implica obtener una licencia y disponer de un equipo de computadora (de Alba-Cruz & Aguilar-Hernández, 2020) o teléfono inteligente con suficiente capacidad de memoria para su instalación; por lo que, el rastreo manual sigue siendo una herramienta fiable y útil.(Hlongwa P, 2019)

Existen también programas informáticos cefalométricos completamente automatizados y programas semi-automáticos con determinación manual de puntos de referencia⁴ dado que la principal fuente de error en el análisis cefalométrico es la identificación de puntos de referencia; es importante también, tomar en cuenta a la hora de su utilización si los programas de trazado

completamente automatizados, que estos se hayan desarrollado y probado mediante métodos de sensibilidad y confiabilidad a las variaciones de raza a nivel mundial. (Vithanaarachchi et al., 2020) El objetivo de esta revisión fue establecer la efectividad diagnóstica entre el trazado cefalométrico manual y el digital en las radiografías laterales de cráneo reportado en la literatura científica.

Métodos

Se trata de una Investigación de tipo descriptiva, secundaria con diseño prospectivo. Las bases de datos electrónicas consultadas en idioma inglés fueron PUBMED/MEDLINE, Elsevier, Web of Science, y Google Scholar, para el español se utilizaron BIREME, REDALYC, Imbiomed SciELO.org y Google académico, la búsqueda de la información se realizó en artículos publicados como desde enero del año 2016 a marzo del año 2022.

- Criterios de inclusión de los artículos:

Artículos con todo tipo de diseño de investigación.

- Criterios de exclusión

Guías de prácticas clínicas, editoriales, cartas al editor y artículos a los cuales no se obtuvo acceso a la versión completa.

Para la búsqueda de la información se utilizaron en el idioma inglés términos MeSH como “Reliability Assessment of Orthodontic Apps for Cephalometrics” tracing of a lateral cephalogram “manual tracing of a lateral cephalogram” “Comparisons between App-aided, Computerized, and Manual Tracings” “Reliability of mobile application- and manual cephalometric analysis y para el español los términos “precisión y confiabilidad de las mediciones cefalométricas”, “precisión de los métodos de predicción cefalométrica manual y digital” “concordancia entre trazado cefalométrico manual y cefalométrico digital” trazados cefalométricos manual y digital en radiografías laterales del cráneo” “confiabilidad diagnóstica de los trazados manual y digital en cefalometrías en ortodoncia”

La revisión de la literatura abarcó aspectos referidos a las ventajas y desventajas de los trazados manuales y digitales de las cefalometrías y la validez y confiabilidad diagnóstica del trazado manual y digital reportadas en la literatura científica.

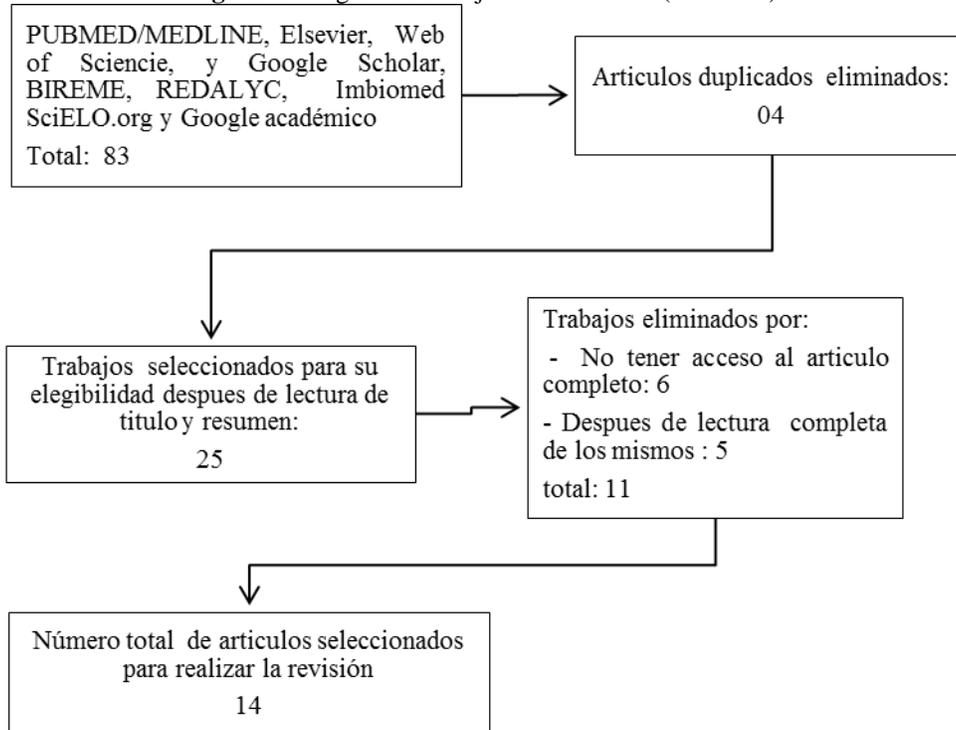
- Aspectos éticos

Esta investigación es considerada como sin riesgos; ya que es un estudio secundario cuyas fuentes y unidades de investigación son documentales.

Resultados

En esta revisión se incluyeron un total de 14 artículos posterior a la realización del proceso de búsqueda, filtro y selección de los mismos (Figura 1). El año promedio de publicación fue el 2020 con un 36% de los artículos revisados de los artículos seleccionados 02 (14%) estaban en idioma español y 12 (86%) en inglés.

Figura 1. Diagrama de Flujo de la Revisión (PRISMA)



- Trazado manual ventajas y desventajas.

El trazado manual cefalométrico se realiza mediante la identificación de puntos de referencia radiográficos en superposiciones de acetato y el uso de estos puntos de referencia para construir líneas, planos y ángulos para permitir la medición de valores lineales y angulares, utilizando una escala milimétrica y un transportador. (Hlongwa P, 2019) Este proceso manual puede llevar mucho tiempo y las medidas obtenidas ciertos casos podrían estar sujetas a errores y/o variaciones. (Hlongwa P, 2019)

Linder et al, postulan que la precisión de las anotaciones manuales en las mediciones cefalométricas puede tener variaciones y esto puede deberse a diferentes niveles de entrenamiento o experiencia del operador y a otras circunstancias como la presión del tiempo y la fatiga o

cansancio que el mismo pudiera presentar en un determinado momento. Por otro lado, Aguilar-Hernández y Alba-Cruz sostienen que el análisis manual requiere de una serie de equipos, como un negatoscopio, protractor, portaminas, entre otros, lo cual resulta poco práctico y otra desventaja sería que el grosor de las líneas y puntos puede afectar el resultado al tratarse de mediciones milimétricas.

Sin embargo, Hlongwa afirma que el trazado cefalométrico manual todavía tiene un papel importante que desempeñar en el diagnóstico ortodóncico, así como en la enseñanza y capacitación de pregrado y posgrado ya que en situaciones de restricciones financieras donde el software cefalométrico por computadora no es asequible, el rastreo manual sigue siendo una herramienta útil y por ello se requiere entrenamiento en las habilidades del análisis manual para potenciar su confiabilidad.

- **Trazado digital. Ventajas y desventajas.**

El uso de tecnologías móviles por parte de los profesionales de la salud relacionado con varias ventajas, entre ellas una mayor productividad de la práctica y toma de decisiones clínicas, acceso rápido a información, recursos multimedia, y una documentación más precisa del paciente (Livas et al., 2019).

Es por ello que el auge de la cefalometría digital se ve respaldada por sus múltiples ventajas como la fácil manipulación de la radiografía, que en su análisis proporciona la identificación de los puntos y estructuras anatómicas de manera más rápida y precisa en comparación con el método tradicional; y, además, reduce la contaminación ya que elimina el uso de papel cefalométrico para efectuar el trazado al permitir utilizar radiografías en formato digital. (De Alba-Cruz & Aguilar-Hernández, 2020)

Linder et al, afirman que un sistema digital para la identificación automática de puntos de referencia cefalométricos ayuda a superar las limitaciones de tiempo y las inconsistencias intra e inter examinadores en profesionales de la ortodoncia; por lo que, actualmente las posiciones de los puntos de referencia en las medidas lineales y angulares, se pueden calcular automáticamente por medio de sistemas digitales que ubican los puntos de referencia con suficiente precisión; y que los puntos cefalométricos que son difíciles de distinguir con el método manual se pueden visualizar a través de imágenes digitales ajustando la configuración de contraste.

Una desventaja de los métodos digitales es el hecho de necesitar un software lo cual implica adquirir una licencia para el análisis cefalométrico digital, además de requerir una computadora o

teléfono inteligente con características especiales para soportar dicho software (de Alba-Cruz & Aguilar-Hernández, 2020) y no siempre se tiene acceso a ello por los costos que esto implica.

- **Validez y confiabilidad diagnóstica del trazado manual y digital.**

Hlongwa informó una alta reproducibilidad de los puntos de referencia y las mediciones tanto para el trazado manual como para la cefalometría digitalizada en su análisis entre ambos métodos.

El estudio de Vithanaarachchi et al, reportó que no se encontraron diferencias significativas en los valores medios de SNA, SNB, Oclusal - SN y GoGn a SN - ángulos planos, protrusión del labio superior (UL-Sn -Pog) y protrusión del labio inferior (LL-Sn -Pog) en métodos manuales y digitales, concluyendo que la validez de las medidas lineales y angulares con el software Nemoceph versión 6 y con el método convencional manual fue altamente correlacionada excepto para las medidas UI a NA y LI-NB.

La evaluación de la precisión diagnóstica del análisis cefalométrico de dos aplicaciones gratuitas, CephNinja (versión 1.0) y OneCeph (versión beta 1.1), efectuado por Livas et al, para teléfonos inteligentes comparándolas con el software Viewbox como estándar de referencia; encontró que, OneCeph tenía una alta validez en comparación con Viewbox, mientras que CephNinja fue la mejor alternativa en cuanto a confiabilidad comparado con Viewbox.

Los citados autores concluyeron que las aplicaciones de análisis cefalométrico CephNinja y OneCeph para las mediciones lineales y angulares usadas en teléfonos inteligentes funcionaron satisfactoriamente en términos de validez y confiabilidad, lo que sugiere el uso potencial de tecnología digital de fácil acceso, para hacer que la cefalometría sea más accesible y pueda ayudar a la capacitación especializada y a la comunicación interprofesional de manera global. (Hlongwa P, 2019)

Una investigación comparativa efectuada por Mahto et al, para determinar la fiabilidad intra-evaluadores para mediciones repetidas y la concordancia entre las mediciones lineales y angulares obtenidas de tres métodos, dos digitales, AutoCEPH y Dolphin® y trazados manuales, informo valores altos de ICC (>0,9) al comparar, trazados manuales versus AutoCEPH y trazados manuales versus Dolphin® s.

Aguilar-Hernández et al, se propusieron definir el grado de concordancia entre los resultados del trazado cefalométrico manual y el programa Nemoceph digital utilizando ocho medidas lineales y angulares del análisis cefalométrico de Steiner, reportando que obtuvieron un índice de correlación intraclase que no mostro diferencias significativas en las medidas realizadas con ambos métodos,

concluyendo que el sistema digital Nemoceph tiene la misma precisión que el método manual, con algunas ventajas convenientes a la era actual.

Un estudio comparativo sobre la precisión del trazado cefalométrico por los métodos manual, semi-digital y totalmente digital en ortodoncia (Mitra et al., 2020) informó que los coeficientes de correlación intraclase mostraron un acuerdo aceptable en los tres grupos; es decir, Grupo I (0,281), Grupo II (0,11) y Grupo III (0,056) concluyendo que no se encontraron diferencias significativas entre el trazado cefalométrico manual, semidigital y totalmente digital con una buena concordancia entre todas las variables. (Mitra et al., 2020)

Shrestha, R. y Kandel, S10 informaron en su estudio que no hubo diferencias significativas en los valores de SNA, SNB, ANB, Nasion perpendicular al punto A, Nasion perpendicular al pogonion (pog), Ángulo de convexidad, Go-GN/SN, FMA, U1-NA (grado), U1-NA (lineal), L1-NB (grado), Cant of Oclusion, Ángulo interincisal, Ángulo nasolabial, Labio superior e inferior a línea S de Steiner, obtenidos con el método manual y el de la aplicación digital OneCeph para teléfonos inteligentes y que la duración del trazado cefalométrico utilizando el método manual fue significativamente mayor ($p < .001$) que la del método de aplicación digital.

Barbhuiya et al, realizaron un estudio cuyo objetivo fue comparar la precisión de los valores cefalométricos obtenidos por el método basado en la aplicación OneCeph en comparación con el método manual. Utilizaron parámetros angulares y lineales derivados del análisis de Downs, el análisis de Steiners y el análisis de Tweeds. Los resultados mostraron que la cefalometría basada en la aplicación OneCeph tenía la misma confiabilidad y reproducibilidad que el método de trazado manual.

Un estudio transversal (Mohan et al., 2021) realizado en veinte radiografías cefalométricas laterales, previas al tratamiento para evaluar nueve parámetros del análisis cefalométrico de Steiner utilizando el software digital OneCeph y el método manual; encontró que hubo diferencias estadísticas significativas para todos los parámetros evaluados en los dos grupos, concluyendo que la confiabilidad y la precisión de la aplicación del software OneCeph estaba a la par con el método manual.

Meric y Naoumova mostraron entre sus hallazgos que no se detectaron diferencias estadísticamente significativas para SNA, SNB y ANB entre los sistemas de trazado manual y digitales CephX, Dolphin, y CephNinja. Los valores medios de las mediciones de GoGn-SN fueron significativamente más altos en el grupo CephX que en los otros 3 grupos ($p < 0,05$), pero cuando

se realizó la corrección manual, el valor de GoGn-SN se volvió similar a los valores obtenidos por los otros trazados.

En cuanto a los parámetros dentales, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los 4 sistemas de trazado para las mediciones de II y Occ-SN. Las medidas de los tejidos blandos fueron similares en los 4 sistemas de trazado ($p > 0,05$). El tiempo de análisis más corto se obtuvo con CephX, seguido de CephX corregido, CephNinja y Dolphin, mientras que el rastreo manual tomó el tiempo más largo. Además, señalan estos autores que el trazado automático con el programa CephX fue significativamente más rápido que los programas digitales CephNinja, Dolphin y el análisis manual; sin embargo, sugirieron que el software CephX necesitaba mejoras para aumentar su confiabilidad en la mayoría de las mediciones dentales y para GoGn-SN. (MeriÃ & Naoumova, 2020)

Discusión

La cefalometría lateral de cráneo ha constituido una ayuda diagnóstica fundamental para la determinación de la discrepancia sagital y vertical y para evaluar la relación entre los tejidos blandos y las estructuras dentales de la cabeza y cuello. (Barbhuiya et al., 2021)

Parte fundamental del proceso de diagnóstico y planificación del tratamiento es el marcado de los puntos de referencia anatómicos del cráneo y el tejido blando circundante en los cefalogramas laterales, mediante los cuales se calculan varias medidas lineales y angulares a partir de sus posiciones. Una de las causas más importantes del error de rastreo es la incertidumbre en la identificación de los puntos de referencia, (MeriÃ & Naoumova, 2020) por lo que resultan esenciales y determinantes las habilidades del operador que derivan básicamente de su entrenamiento manual o digital y de su experiencia profesional. (Mahto et al., 2016)

El análisis cefalométrico lateral de cráneo continúa siendo una de las ayudas diagnósticas de oro en ortodoncia, (Mohan et al., 2021) la importancia de este análisis en el diagnóstico ha ido incrementándose cada vez más, por ello, el interés de comparar la confiabilidad de los sistemas digitales con el trazado manual convencional.

Meric et al sostienen que las medidas, que afectan a los incisivos maxilares y mandibulares, son difíciles de identificar; por lo que tales estructuras tienen una baja confiabilidad no solo en los trazados manuales sino también en los digitales, a pesar de la posibilidad de usar filtrado y zoom.

Calle-Vélez et al refieren que, para determinar la implicancia clínica de un análisis cefalométrico digital, es necesario realizar estudios en los cuales se determine si los valores hallados en (mediciones angulares y lineales influyen de una u otra manera en el diagnóstico definitivo y si es determinante para la elección del plan de tratamiento y que, aun cuando se ha indicado que diferencias de hasta 2° o 2mm no representan relevancia clínica, es importante establecer su precisión.

El sistema digital constituye una herramienta diagnóstica tan precisa como la manual y debido a la creciente actualización en el mundo de la tecnología médica y en particular en el campo Odontológico sería recomendable su utilización; así mismo, el uso de tecnologías móviles proporciona ventajas tales como una mejor y mayor productividad de la práctica y toma de decisiones clínicas, acceso rápido a información y una documentación más precisa del paciente. (De Alba-Cruz & Aguilar-Hernández, 2020)

Livas et al, afirman que la teleodontología; es decir, la combinación de telecomunicaciones y la odontología en el intercambio de información e imágenes clínicas entre ubicaciones distantes, en consultas dentales remotas y en la planificación de tratamientos, es actualmente una necesidad para dar respuestas más efectivas a las necesidades de estas poblaciones.

Otra ventaja de su uso es que pueden realizarse consultas multidisciplinarias utilizando aplicaciones de análisis cefalométrico de teléfonos inteligentes en áreas rurales distantes con una gran necesidad de atención de cirugía, de ortodoncia y ortognática con falta de disponibilidad de servicios de salud bucal especializados. (Barbhuiya et al., 2021)

Finalmente, la decisión de utilizar uno u otro método podría estar sujeta, en cuanto al método digital, a la disponibilidad en el mercado para de su adquisición y la disponibilidad financiera de la institución o del ortodoncista para su uso y actualización. Por lo tanto, los autores concluyen que en los estudios analizados para esta revisión no se encontraron diferencias significativas entre el trazado manual y el digital en cuanto a su validez, confiabilidad y precisión, por lo que se puede postular que ambos métodos son efectivos para establecer el diagnóstico y planificación del tratamiento cráneo-cervico maxilo facial.

Referencias

1. Hlongwa P. Cephalometric analysis: manual tracing of a lateral cephalogram. *S. Afr. dent. j.* 2019; 74(6):318-322. Available from: <http://dx.doi.org/10.17159/2519-0105/2019/v74no6a6>.
2. Livas C, Delli K, Spijkervet FKL, Vissink A, Dijkstra PU. Concurrent validity and reliability of cephalometric analysis using smartphone apps and computer software. *Angle Orthod.* 2019 ;89(6):889-896. DOI: 10.2319/021919-124.1
3. Arslan C, Altuğ AT, Memikoğlu TUT, Arslan EM, Başpınar E. Comparison of the Accuracy of Manual and Digital Cephalometric Prediction Methods in Orthognathic Surgical Planning: A Pilot Study. *Turkish Journal of Orthodontics.* 2018;31(4):133-138. DOI: 10.5152/turkjorthod.2018.17058
4. Aksakallı S, Yılandı H, Görükmez E, Ramoğlu Sİ. Reliability Assessment of Orthodontic Apps for Cephalometrics. *Turk J Orthod.* 2016; 29(4):98-102. Doi: DOI: 10.5152/TurkJOrthod.2016.1618
5. Aguilar-Hernández M, de Alba-Cruz I. Análisis de concordancia entre trazado cefalométrico manual y cefalométrico digital con programa Nemoceph. *Revista ADM* 2020; 77 (5): 244-246. <https://dx.doi.org/10.35366/96142>
6. Vithanaarachchi N., Chandrasiri A, Lakshika S. Nawarathna. A comparison of cephalometric measurements obtained using conventional and digital methods. *The Ceylon medical journal.*2020.65: 339-45 DOI: 10.4038/cmj.v65i3.9184
7. Lindner C, Wang CW, Huang CT, Li CH, Chang SW, Cootes TF. Fully Automatic System for Accurate Localisation and Analysis of Cephalometric Landmarks in Lateral Cephalograms. *Sci Rep.* 2016; 20;6:33581. DOI: 10.1038/srep33581
8. Mahto RK, Kharbanda OP, Duggal R, Sardana HK. A comparison of cephalometric measurements obtained from two computerized cephalometric softwares with manual tracings. *J Indian Orthod Soc* 2016;50:162-70.
9. Mitra R, Chauhan A, Sardana S, Londhe SM, Jayan B, Maurya R. Determination of the comparative accuracy of manual, semi-digital, and fully digital cephalometric tracing methods in orthodontics. *J Dent Def Sect.* 2020;14:52-8.
10. Shrestha, R. y Kandel, S. Shrestha, R.; Kandel, S. A Comparative Study on Use of Manual versus Digital Method Using Mobile Application for Cephalometric

- Measurements.Orthod J Nepal 2020; 10: 11-16. DOI: <https://doi.org/10.3126/ojn.v10i1.30997>
11. Barbhuiya MH, Kumar P, Thakral R, Krishnapriya R, Bawa M. Reliability of mobile application-based cephalometric analysis for chair side evaluation of orthodontic patient in clinical practice. *J Orthod Sci.* 2021; (4)10-16. Doi: 10.4103/jos.JOS_28_20
 12. Mohan A, Sivakumar A, Nalabothu P. Evaluation of accuracy and reliability of OneCeph digital cephalometric analysis in comparison with manual cephalometric analysis-a cross-sectional study. *BDJ Open.* 2021; 17:7(1):22. DOI: 10.1038/s41405-021-00077-2
 13. Meriç P, Naoumova J. Web-based Fully Automated Cephalometric Analysis: Comparisons between App-aided, Computerized, and Manual Tracings. *Turk J Orthod.* 2020; 33(3):142-149 DOI: 10.5152/TurkJOrthod.2020.20062 .
 14. Calle-Velezmoro Eduardo; Calle-Morocho Jesica; Morales-Vadillo Rafael; Guevara-Canales Janet. Comparación entre trazados cefalométricos manual y digital en radiografías laterales del cráneo. *Rev Argent Radiol* 2021; 85:33–40. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0040-1721340>
 15. Cabezas, M. M., Mites, J. C. Á., Aguilar, P. A. G., Hernández, J. P. C., & Frómeta, E. R. (2019). Entrenamiento funcional y recreación en el adulto mayor: Influencia en las capacidades y habilidades físicas. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 36(4), Article 4. <http://www.revibiomedica.sld.cu/index.php/ibi/article/view/22>
 16. Corraze, J. (1988). *Las Bases neuro-psicológicas del movimiento.* Paidotribo. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=225062>
 17. Ekelund, U., Poortvliet, E., Yngve, A., Hurtig-Wennlöv, A., Nilsson, A., & Sjöström, M. (2001). Heart rate as an indicator of the intensity of physical activity in human adolescents. *European Journal of Applied Physiology*, 85(3), 244-249. <https://doi.org/10.1007/s004210100436>
 18. Estepa, S. M. (2020). Una mirada a la planificación deportiva y tendencias del entrenamiento aplicadas al Voleibol. <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/3377>
 19. FEDEME. (2018). Reglamento para la Evaluación de la Condición Física del Personal Profesional de las Fuerzas Armadas. https://drive.google.com/file/d/1Iv6dz1VvzfR4b-Y_hUdsIG7OXVg0wIjY/view?usp=sharing

20. Fernández, I., Giné, M., & Canet, O. (2020). Barreras y motivaciones percibidas por adolescentes en relación con la actividad física. Estudio cualitativo a través de grupos de discusión. *Revista Española de Salud Pública*, 93, e201908047. <https://www.scielosp.org/article/resp/2019.v93/e201908047/>
21. Galdós, C. A., & Caira, M. J. (2021). La rutina de entrenamiento físico militar en los cadetes de la CXXVII promoción en la Escuela Militar coronel Francisco Bolognesi, año 2019. *Escuela Militar de Chorrillos Coronel Francisco Bolognesi*. <http://localhost:8080/xmlui/handle/EMCH/524>
22. Gil, J., Rodríguez-Delgado, A., Hernández, M., Hernández, L., Sepúlveda, E., & Rebolledo-Cobos, R. (2020). EFECTOS DE UN PROGRAMA ESTRUCTURADO DE ENTRENAMIENTO FUNCIONAL SOBRE LA CONDICIÓN FÍSICA SALUDABLE DE ADULTOS JÓVENES DE BARRANQUILLA (COLOMBIA). *Biociencias*, 15(1), 29- 39. <https://doi.org/10.18041/2390-0512/biociencias.1.6380>
23. Gomes, K. B., Perez, A. J., Carletti, L., & Marques, A. (2016). Heart rate as an indicator for exercise prescription for normal, overweight, and obese adolescents. *Motriz: Revista de Educação Física*, 22, 27-35. <https://doi.org/10.1590/S1980-6574201600020004>
24. Hernandez, C. D., Restrepo, I. A., & Orduz, V. (2020). Efectos del Entrenamiento Funcional en la condicion fisica relacionada con salud en el adulto mayor. <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/4730>
25. Hidalgo, M. A., Ipiales, C. A., & Vaca, M. R. (2021). Efectos de un plan de entrenamiento funcional en situación post-pandemia en el gimnasio “The Gym”. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 26(276), 52-62. <https://doi.org/10.46642/efd.v26i276.2932>
26. Loaiza, J. E. (2019). Optimización del entrenamiento físico de los cadetes de tercer año de material de guerra de la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”— 2019. <http://localhost:8080/xmlui/handle/EMCH/479>
27. Mariño, Y. P., & Ayala, G. A. (2020). Normas de seguridad de comunicaciones y las actividades de instrucción y entrenamiento de los cadetes de comunicaciones de la Escuela Militar de Chorrillos Coronel Francisco Bolognesi, 2019. *EMCH Coronel Francisco Bolognesi*. <http://localhost:8080/xmlui/handle/EMCH/250>
28. Méndez, J., Gómez, R., Hecht, G., Urrea, C., Alvear, F., Sulla, J., Gatica, P., & Cossio, M. (2021). Relación entre indicadores de fuerza muscular con el consumo máximo de

- oxígeno en jóvenes universitarios / Relationship between indicators of muscle strength and maximum oxygen consumption in university students. 25, 6. <http://servicio.bc.uc.edu.ve/fcs/vol25n1/art02.pdf>
29. Organización Mundial de la Salud. (2016). Enfoques poblacionales de la prevención de la obesidad infantil. Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/250751>
30. Otero, P. (2020). EL CONSTANTE RENACER DE MEYERHOLD. (final) pdf.pdf. [http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/110338/EL%20CONSTANTE%20RENACER%20DE%20MEYERHOLD.%20\(final\)%20pdf.pdf?sequence=1](http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/110338/EL%20CONSTANTE%20RENACER%20DE%20MEYERHOLD.%20(final)%20pdf.pdf?sequence=1)
31. Pereyra, G. (1995). Las bases psicológicas del movimiento. <https://www.acheronta.org/acheronta2/movimiento.htm>
32. Pérez, J. J. (2021). CRONO-RETOS: RESISTENCIA CARDIOVASCULAR Y APRENDIZAJE COOPERATIVO EN EDUCACIÓN FÍSICA. 70, 11 <http://emasf.webcindario.com/Cronoretos.pdf>
33. Pinzón, I. D., Angarita, A., & Correa, E. A. (2015). Efectos de un programa de entrenamiento funcional en la musculatura core en mujeres con fibromialgia. *Ciencias de la Salud*, 13(1), 39-53. <https://doi.org/10.12804/revsalud13.01.2015.03>
34. Robalino, D. J., Quelal, H. R., & Romero, E. (2021). Análisis de la condición física de los cadetes que ingresan a la ESMIL durante el reclutamiento. *Polo del Conocimiento*, 6(2), 991. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i2.2331>
35. Thorogood, A., Mottillo, S., Shimony, A., Filion, K. B., Joseph, L., Genest, J., Pilote, L., Poirier, P., Schiffrin, E. L., & Eisenberg, M. J. (2011). Isolated Aerobic Exercise and Weight Loss: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *The American Journal of Medicine*, 124(8), 747-755. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2011.02.037>
36. Veiga, O., Valcarce, M., & Romero, A. (2021). Encuesta Nacional de Tendencias de Fitness en España para 2022 (National Survey of Fitness Trends in Spain for 2022). *Retos: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 44, 625-635. <https://doi.org/10.47197/retos.v44i0.91036>